

بررسی امکان شناسایی و مقایسه یون‌های فلزی و ترکیبات آلی موجود در چوب افرا پلت و افرا شیردار با استفاده از فنون جذب اتمی و کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنجی جرمی

رامین ویسی

- دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، پست الکترونیک: vaysi_r452@yahoo.com.

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۸

چکیده

این تحقیق با هدف شناسایی و مقایسه یون‌های فلزی و ترکیبات آلی موجود در چوب افرا پلت و شیردار انجام شد. به همین منظور نمونه‌های آزمونی از چوب افرا پلت و شیردار منطقه جنگل‌داری نوشهر به صورت تصادفی انتخاب گردید. سپس طبق آزمون‌های استاندارد TAPPI از چوب این دو گونه آرد چوب و خاکستر تهیه شد. برای تعیین یون‌های فلزی، ابتدا با کمک اسید نیتریک ۶۵ درصد، مواد محلول موجود در خاکستر نمونه‌ها جداسازی و برای شناسایی از دستگاه جذب اتمی استفاده گردید. نتایج مربوط به دستگاه جذب اتمی نشان داد که بیشترین میزان جذب یون فلزی مربوط به یون پتاسیم (۲ ppm) در چوب افرا پلت و کمترین آن نیز مربوط به یون فلزی منگنز (۰/۰۹۴ ppm) در چوب افرا پلت مشاهده شد. همچنین نتایج مربوط به یون‌های فلزی نشان داد که چوب افرا شیردار نسبت به چوب افرا پلت دارای منگنز، کبالت، آهن، روی و مس بیشتر ولی دارای پتاسیم کمتر می‌باشد. سپس مواد استخراجی توسط حلال استن از آرد چوب جداسازی گردید و باقیمانده مواد استخراجی به داخل یک ویال شیشه‌ای منتقل و به آن واکنشگر BSTFA اضافه شد. نمونه‌ها بعد از آماده‌سازی به دستگاه GC-MS تزریق شدند. برای شناسایی ترکیبات نیز از دیاگرام زمان بازداری، محاسبه ضریب کواتس و جدول آدامز استفاده گردید. نتایج حاصل از GC-MS نشان داد که در چوب افرا پلت ۳۹ ترکیب وجود دارد، به طوری که بنزآلدئید، بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات، جبرلین A₃ و ۲،۱- بنزن دی کربوکسیلیک اسید مهمترین ترکیبات هستند. در چوب افرا شیردار ۲۴ ترکیب شناسایی شد که دی- لیمون بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات، α - ترپن و α - پینن به عنوان مهمترین ترکیبات می‌باشند. مقایسه کروماتوگرام‌های نمونه‌های مذکور نیز نشان داد که ۲ ترکیب دی- لیمون و بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات در چوب افرا پلت و افرا شیردار به صورت مشترک وجود دارند. برخی از این ترکیبات می‌توانند اهمیت زیادی در مصارف و دوام چوب افرا پلت و شیردار داشته باشند.

واژه‌های کلیدی: افرا پلت، شیردار، یون فلزی، جذب اتمی، طیف‌سنجی جرمی، کروماتوگرافی گازی، ترکیبات آلی.

مقدمه

غرب و جنوب ایران نیز می‌رویند. جنس افرا در جهان دارای ۱۰۰ گونه است، این جنس در ایران در مجموع دارای ۱۰ گونه است که اغلب عناصر اصلی رویشگاه‌های جنگلی را تشکیل می‌دهند. گونه‌های مختلف افرا به صورت درخت یا درختچه‌های کوتاه در کنار سایر گونه‌های جنگلی قرار دارند. درختان این تیره در نواحی جنگل و در خاک‌های گچی

امروزه شناسایی ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و مکانیکی گونه‌های مختلف چوبی و صنعتی کشور از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. در این میان افرا گونه‌ای است از جنس افرا (Acer) و تیره Aceraceae که گونه‌های مختلف آن در جنگل‌های شمال تا ارتفاع ۲۰۰۰ متری و در جنگل‌های

افرا پلت (*Acer insigne*) نیز تقریباً در جلگه‌های ساحلی دریای خزر تا ارتفاع ۲۰۰۰ متر از سطح دریا بالا می‌رود و در سرتاسر شمال ایران از آستارا تا مینودشت گرگان انتشار یافته است و اغلب در جنگل پراکنده است، ولی گاهی اجتماعات انبوه‌تری را تشکیل می‌دهد. نمونه‌های جلگه‌ای آن در سواحل آستارا و حد فوقانی آن در ارتفاعات نور دیده شده است. درختی با ارتفاع بیش از ۲۵ متر، با تنه‌ای به قطر حدود یک متر، شاخه‌های آن ابتدا ارغوانی و صاف، برگ‌هایش بزرگ با ابعاد ۲۵ سانتی‌متر و با لوب‌های مثلثی محدب و حاشیه دندانه‌دار کمانی غیرمنظم، با نوک تیز یا کند و با قاعده قلبی شکل، روی آن سبز و پشت آن کیود است و در رگبرگ‌های اصلی آن کرک‌های مخملی دیده می‌شود. طول دم‌برگ زیاد و گاهی به نیم متر می‌رسد. گل‌آذین آن دارای تعداد زیادی گل و میوه می‌باشد. سامارهای آن با یکدیگر زاویه‌ای حاده تشکیل می‌دهد و ابعاد آن $4/5 \times 1/5$ سانتیمتر است و دانه آن گرد و کرکدار است.

چوب افرا پلت و شیردار از لحاظ آناتومی به سختی از هم تشخیص داده می‌شود. در مقطع عرضی دارای چوبی همگن، پراکنده آوند، بدون درون‌چوب مشخص است، حفره‌های آوندی آن منفرد، متعدد، دایره‌ای شکل و با قطر متوسط هست و به‌طور منظم در دوایر سالیانه پراکنده‌اند. به‌ندرت در پلت ۲ تا ۴ تایی و در شیردار ۲ تا ۵ تایی به هم چسبیده‌اند. پهنی اشعه چوبی متغیر است و تعداد آنها چندان زیاد نیست. حد دوایر سالیانه به علت وجود یک ردیف سلول فشرده‌تر اندکی مشخص است. سلول‌های پارانشیمی به‌صورت پراکنده و یا گروه-گروه دیده می‌شود. اشعه چوبی معمولاً همگن است. پهنی آنها در پلت ۱ تا ۶ و در شیردار از ۱ تا ۴ سلول تغییر می‌کند. بلندی اشعه به ۱۰ تا ۴۰ سلول می‌رسد. اشعه چوبی در پلت در دو انتها گرد و حاوی سلول‌های درشت‌تر ولی در شیردار اشعه نوک‌تیز و سلول‌های ریزتر می‌باشد. عناصر آوندی دارای دریچه منفرد و دیواره مزین به نوارهای ماریچی هستند. بافت فیبری از بافت لیبری فرم تشکیل شده است. گاهی فیبر تراکتید هم دیده می‌شود. سلول‌های پارانشیمی آن کم هستند (Parsapagouh, 1993).

می‌رویند و به‌ویژه در جنگل‌های شمال ایران فراوان و گونه‌هایی از آنها در باغ‌ها و پارک‌ها برای زینت فضای سبز شهری کاشته می‌شوند. برگ‌های افرا مرکب شانه‌ای یا ساده پنجه‌ای بدون گوشوارک و متقابل گاهی نیز برگ دارای پهنک کامل است. در بعضی از گونه‌های افرا مواد قندی بسیاری وجود دارد، همانند افرای قندی که برگ آن نماد پرچم کشور کانادا می‌باشد. میوه‌های افرا در تابستان می‌رسند. افراها به بیشتر خاک‌ها و شرایط قلیمی مقاوم هستند و نام علمی درختان افرا و واژه لاتین آن نیز به معنای تیز و سخت می‌باشد.

در این ارتباط درخت شیردار (*Acer leatum*) در سرتاسر جنگل‌های شمال و در ارتفاعات مختلف جنگل از جلگه‌های ساحلی تا ارتفاعات فوقانی وجود دارد. در آستارا، طوالش و دیلمان، پل زنگوله، کلاردشت، نور و گرگان تا گلی داغ انتشار یافته است، هرچند گاهی در جلگه نیز دیده می‌شود. افرا شیردار درختی است به ارتفاع ۲۰ متر، با تنه صاف، شاخه‌های جوان آن کیود و کرکدار است که پس از چندی برگ قهوه‌ای سبز در می‌آید. برگ‌هایش قلبی شکل، ۷-۵ لوب تخم‌مرغی و مثلثی نوک کشیده و باریک و ابعاد آن به $16-6 \times 10 \times 4$ سانتیمتر می‌رسد و دم‌برگ آن دارای شیرابه سفیدرنگ است، دی‌سامار آن دارای زاویه باز و نزدیک به افقی و دانه آن فشرده، تخم‌مرغی و صاف به ابعاد $12-4 \times 25-10$ میلی‌متر می‌باشد. چوب شیردار سفید است و از لحاظ مصارف روستایی مانند سایر گونه‌های افرا است، ولی برگ آن بیشتر از سایر گونه‌ها مورد توجه دامداران است و به مصرف تغلیف دام می‌رسد. علاوه بر استفاده‌های مختلف صنعتی، مبل‌سازی، روکار و غیره در مصارف روستایی چوب آن را برای تهیه لت، برای پوشش خانه‌ها و تیروخته‌های کندوج (انبار برنج)، دسته بلو و فوکا به‌کار می‌برند. چوب افرا سبک و سفید است، ولی رشته‌های آن سنگین و فشرده می‌باشد و برای ساختن مبل و قالب کفش، ادوات موسیقی، دسته شلاق و قنطاق تفنگ نیز به‌کار می‌رود. افراهای کوچک بیشتر به مصرف سوخت می‌رسد و هیزم و زغال چوب افرا خوب است و بسیار خواهان دارد.

شده، ۱۰ ترکیب به طور مشترک در چوب و پوست این گونه با درصد‌های متفاوت وجود دارند و فراوان‌ترین ترکیب موجود در مخلوط، پروپیل هیدروسینامات بود که در چوب به میزان ۳۲/۳۸ درصد و در پوست ۱۹/۳۹ درصد مشاهده شد. این ترکیب در بیوستنز سیناپیل الکل که بیش ترکیب اصلی لیگنین پهن‌برگان می‌باشد، نقش مهمی دارد.

Holmbom (۱۹۹۷) تحقیقاتی بر روی اجزای شیمیایی مواد استخراجی چوب و پوست بلوط محلی ترکیه با استفاده از حلال اتانول- بنزن، اتانول و سیکلوهگزان به روش سوکسله انجام داد و گزارش کرد که در چوب درون گونه مذکور ۵/۶ درصد مواد استخراجی، ۲۵ درصد لیگنین و ۶۲ درصد پلی‌ساکارید وجود دارد. همچنین خاکستر به دست آمده از پوست این گونه نیز ۱۳ درصد می‌باشد.

Vaysi (۲۰۱۳) با بررسی و شناسایی ترکیبات آلی موجود در چوب اقاچیا و لیلکی گزارش کرد که دو ترکیب ۱،۲- بنزن دی کربوکسیلیک اسید و رزورسینول در این دو گونه به صورت مشترک وجود دارد. به نظر می‌رسد با توجه به مقادیر بالای رزورسینول (۱۹/۷۴٪) در اقاچیا و ۱،۲- بنزن دی کربوکسیلیک اسید (۹۰/۳۸٪) در لیلکی، این ترکیبات از عوامل مهمی در دوام و مصرف این چوب‌ها باشند.

Hosseini Hashemi و همکاران (۲۰۰۷) اجزای شیمیایی مواد استخراجی درون‌چوب گردو شمال ایران را بررسی کرده و گزارش دادند که از ۱۳ ترکیب شناسایی شده، بنزوئیک اسید ۳، ۴، ۵- تریس (تری متیل سایلوکسی) (گالیک اسید) با ۴۴/۵۷ درصد فراوان‌ترین، زوگلون (۵/۱۵ درصد) و ۲، ۷- دی متیل فناترن (۵/۸۱ درصد) به عنوان سمی‌ترین ترکیبات می‌باشند.

مواد و روش‌ها

- تهیه نمونه‌های آزمونی

برای انجام این تحقیق تعداد سه اصله درخت از گونه‌های افرا پلت و شیردار به صورت تصادفی از منطقه جنگل‌داری نوشهر انتخاب، قطع و از هر اصله درخت (جداگانه) سه دیسک تهیه شد.

از سوی دیگر، مواد استخراجی عمدتاً از ترکیباتی با وزن مولکولی پایین تشکیل شده است. کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنجی جرمی (GC/MS) یک تکنیک ایدئال به شمار می‌آید (Mirshokraie, 2002). قدرت تفکیک بالای ستون‌های موئین در سیستم کروماتوگرافی گازی، این روش را به روشی بسیار مؤثر و کارآمد در آنالیز و تعیین مقدار نسبی ترکیبات پیچیده مواد استخراجی تبدیل کرده است. به منظور اطمینان از اندازه‌گیری‌های کمی، مشتق سازی ترکیبات در روش کروماتوگرافی گازی الزامیست. بدین منظور از واکنشگرهای سایلبل دار کننده مانند O, N- بیس (تری متیل سایلبل) برای سایلبل دار کردن کامل الکل‌های تری، استرول‌ها و فنول‌ها استفاده می‌شود (Hossieni, 1991, Meszarose, 2006).

با توجه به گستردگی انواع مواد استخراجی موجود در چوب و نقشی که این مواد در خواص فیزیکی، دوام طبیعی و همچنین فرایندهای صنایع چوب و کاغذ دارند، شناسایی اجزاء شیمیایی مواد استخراجی گونه‌های چوبی به ویژه در افرا شیردار و افرا پلت که دارای چوبی با ارزشی هستند می‌تواند نقش بسیار مهمی بر پایداری و مصارف مناسب چوب این دو گونه داشته باشد. البته تاکنون تحقیقی مجزا در مورد شناسایی اجزای شیمیایی چوب افرا شیردار و افرا پلت انجام نشده است؛ اما در مورد مواد استخراجی گونه‌های مختلف چوب تحقیقاتی مشابه انجام شده است. در این ارتباط Torkmam (۱۹۹۲) اجزای شیمیایی مواد استخراجی پوست ۵ گونه از درختان پهن‌برگ ایران را مانند گردو، بلوط، توسکا، ممرز و راش بررسی کرد. درصد کل مواد استخراجی پوست این درختان به ترتیب ۲۹/۸، ۲۳/۲۵، ۱۷/۹، ۱۶/۸۳ و ۱۶/۷ درصد بوده و میزان ترکیبات فنولی گونه‌های مذکور ۲۶/۳، ۲۱/۲، ۱۲/۶، ۱۳/۶، ۱۲/۹ و ۱۴ درصد می‌باشد. همچنین در این گونه‌ها اسیدهای چرب بنزوئیک اسید، اولئیک اسید و لینگوسریک اسید شناسایی شد.

Khazraie (۲۰۰۶) در تحقیقی دیگر، مواد استخراجی چوب و پوست گونه راش جنگل‌های شمال ایران را مورد آنالیز شیمیایی قرار داد. به طوری که از ۲۴ ترکیب شناسایی

بعدی سایلبل دار کردن ترکیبات استخراجی برای بررسی در دستگاه کروماتوگرافی گازی بود. برای این منظور میزان ۰/۰۰۳ گرم از باقیمانده مواد استخراجی توزین گردید و به درون یک ویال شیشه‌ای منتقل گردید. سپس به میزان ۹۰ میکرولیتر واکنشگر بیس (تری متیل سایلبل) تری فلورو استامید (BSTFA) به نمونه اضافه شد. درب ویال شیشه‌ای بسته شده و دور آن فویل آلومینیومی پیچیده شد و برای جلوگیری از فرو رفتن آن به داخل آب، ویال در داخل یونولیت قرار داده شد. برای انجام واکنش بین مواد استخراجی و BSTFA، ویال درون حمام بن‌ماری با آب 70°C به مدت ۱ ساعت قرار داده شد. بعد از گذشت این مدت زمان، نمونه‌ها به منظور آنالیز توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی متصل به طیف‌سنجی جرمی (GC/MS) آماده گردید. نمونه‌ها توسط سرنگ همپتون به بخش تزریق دستگاه تزریق شد. پس از تزریق نمونه‌ها، با استفاده از زمان بازداری ترکیبها (TR)، شاخص بازداری کوئاس (I)، طیف جرمی و مقایسه این مؤلفه‌ها با ترکیب‌های استاندارد و یا با اطلاعات موجود در کتابخانه دستگاه (جدول آدامز)، نسبت به شناسایی ترکیب‌های تشکیل‌دهنده مواد استخراجی چوب افرا پلت و شیردار (جداگانه) اقدام شد. به منظور ثبت کروماتوگرام و طیف جرمی مدت ۳۰ دقیقه وقت مورد نیاز است. برای محاسبه ضریب کوئاس از جدول زمان‌بندی بازداری آلکان‌های نرمال و فرمول محاسبه آن استفاده شد (Meszaros, 2006).

$$I = \frac{100n + 100(t_{rx} - t_{rn})}{t_{rn+1} - t_{rn}}$$

I- ضریب کوئاس - t_{rn} = زمان بازداری آلکان نرمال

n- = تعداد کربن‌های آلکان نرمال - t_{rx} = زمان بازداری ماده مجهول

همچنین شاخص‌های کوئاس استخراج شده با جدول آدامز تطبیق داده شد که به دو صورت الفبایی و صعودی- نزولی بودن ضرایب کوئاس تنظیم شده است.

- اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی

برای اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی چوب افرا پلت و شیردار (جداگانه)، ابتدا طبق آزمون شماره om-85 - 257 T استاندارد TAPPI آرد چوب تهیه شد. آنگاه اندازه‌گیری مقدار خاکستر طبق آزمون شماره om-85 - 211 T استاندارد TAPPI انجام گردید. به منظور جداسازی اجزای شیمیایی نمونه‌ها، آرد تهیه شده ابتدا الک شد و نمونه‌های باقی‌مانده بر روی الک مش ۸۰ جمع‌آوری گردید. سپس با استفاده از روش سوکسله و حلال استن مواد عصاره‌ای چوب افرا پلت و شیردار (جداگانه) استخراج شد.

- آماده‌سازی نمونه‌ها برای شناسایی عناصر معدنی و یون‌های فلزی

به منظور جداسازی عناصر معدنی آرد نمونه‌های آزمون‌ی چوب افرا پلت و شیردار (جداگانه)، مقدار ۵ گرم خاکستر در یک بشر ۱۰۰ میلی‌لیتر قرار داده و ۲۰ میلی‌لیتر اسید نیتریک ۶۵ درصد بر روی خاکستر ریخته شد و هر ۱۵ دقیقه ۲-۳ مرتبه مخلوط محتوای بشر به آرامی هم زده شد؛ بعد از مدت یک ساعت، خاکستر و اسید نیتریک محتوای بشر را از یک صافی گذرانده، سپس انحلال حاصل از خاکستر بر روی کاغذ صافی با ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر شستشو داده شد (Razi, 2011 و Barzan, 2002). عناصر معدنی حل شده در اسید نیتریک به صورت محلول حاصل به دستگاه جذب اتمی منتقل و با کمک سوزاندن محلول مذکور و گذراندن بخارات حاصل در دستگاه و در معرض لامپ‌های کاندی عناصر معدنی و به کمک آشکارساز، نوع و درصد عناصر شناسایی و معرفی گردید.

- جداسازی و شناسایی اجزای شیمیایی مواد استخراج افرا پلت و شیردار

بعد از استخراج مواد عصاره‌ای چوب افرا پلت و شیردار (جداگانه)، حلال حاوی مواد استخراجی را از طریق عبور دادن گاز بی‌اثر ازت، از سطح ظرف تبخیر داده و از مواد استخراجی باقیمانده برای انجام آزمایش استفاده شد. گام

- مشخصات دستگاه GC

- نوع ستون: HP - 5 MS به طول ۳۰ متر و قطر ۰/۲۵ میلی‌متر، نوع گاز حامل: هلیوم با سرعت ۱ mm در دقیقه، مدل دستگاه GC: HP6890 Series، مدل دستگاه MS: Hp 5973 Mass Selective Detector، برنامه دمایی: بین ۶۰°C به ازای هر دقیقه ۶°C افزایش دما و انرژی ذراتی که در دستگاه MS به نمونه برخورد می‌کند ۷۰ الکترون ولت می‌باشد.

با توجه به اینکه اسیدهای رزینی و اسیدهای چرب موجود در مواد استخراجی چوب با سرعت مناسب با واکنشگرهای مذکور سایلیل‌دار شده و می‌تواند به خوبی به استرهای سایلیل‌دار شده تبدیل و در دستگاه کروماتوگرافی گازی از هم جدا شوند. به دلیل پایداری اندک ترکیبات سایلیل‌دار شده، ضروری است که عمل سایلیل‌دار کردن ۲۴ ساعت قبل از آنالیز توسط دستگاه GC/MS انجام شود (Xiao, 2001).

- تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به یون‌های فلزی چوب افرا پلت و شیردار با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد. از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه برای مقایسه میانگین صفات مورد بررسی و نیز از روش دانکن برای گروه‌بندی میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج

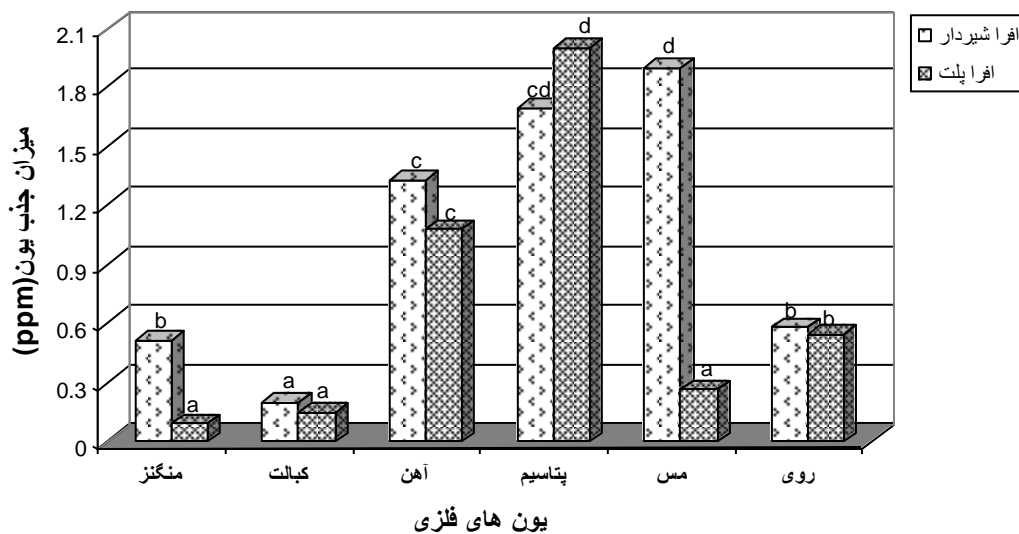
مقایسه میانگین مشخصه‌های کمی در سطح متغیرها مقایسه میانگین مشخصه‌های یون‌های فلزی موجود در چوب افرا پلت و افرا شیردار براساس آزمون دانکن مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بین میانگین کلیه مشخصه‌ها در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس یک‌طرفه یون‌های فلزی چوب افرا پلت و افرا شیردار

مشخصه متغیر	یون پتاسیم		یون منگنز		یون آهن		یون مس	
	آماره F	معنی‌داری	آماره F	معنی‌داری	آماره F	معنی‌داری	آماره F	معنی‌داری
تیمارها	۸۳۷/۱	۰/۰۰۱	۲۶۱	۰/۰۰۰۱	۴۸۹	۰/۰۰۰۱	۳۷۶	۰/۰۰۰۱

نتایج مربوط به دستگاه جذب اتمی نشان داد که بیشترین میزان جذب یون فلزی مربوط به یون پتاسیم (۲ ppm) در چوب افرا پلت و کمترین آن نیز مربوط به یون فلزی منگنز (۰/۰۹۴ ppm) در چوب افرا پلت مشاهده شد. همچنین نتایج مربوط به یون‌های فلزی نشان داد که چوب افرا شیردار نسبت به چوب افرا پلت دارای منگنز، کبالت، آهن، روی و مس بیشتر ولی دارای پتاسیم کمتر می‌باشد. نتایج نشان داد که چوب افرا شیردار دارای میزان جذب یون مس، پتاسیم و آهن بیشتر و کبالت کمتر می‌باشد. در صورتی که چوب افرا پلت دارای میزان جذب یون‌های پتاسیم و آهن بیشتر ولی یون‌های

منگنز، کبالت و مس کمتر می‌باشد (شکل ۱). در این ارتباط نتایج بررسی یون‌های فلزی موجود در کاج و چنار نشان داد که ابتدا برگ و بعد پوست در هر دو گونه نقش زیادی در جذب یون‌های فلزی موجود در هوا دارند. همچنین اهمیت گونه کاج در جذب عناصر معدنی به دلیل همیشه‌سبز بودن بیشتر از گونه چنار می‌باشد. چوب کاج و چنار کمترین اهمیت را در جذب عناصر سنگین نشان دادند. حتی جذب عناصر با اهمیت مانند سرب در چوب صفر بوده، در صورتی که اهمیت پوست در جذب سرب دارای بیشترین مقدار می‌باشد (Ashrafi, 2011).

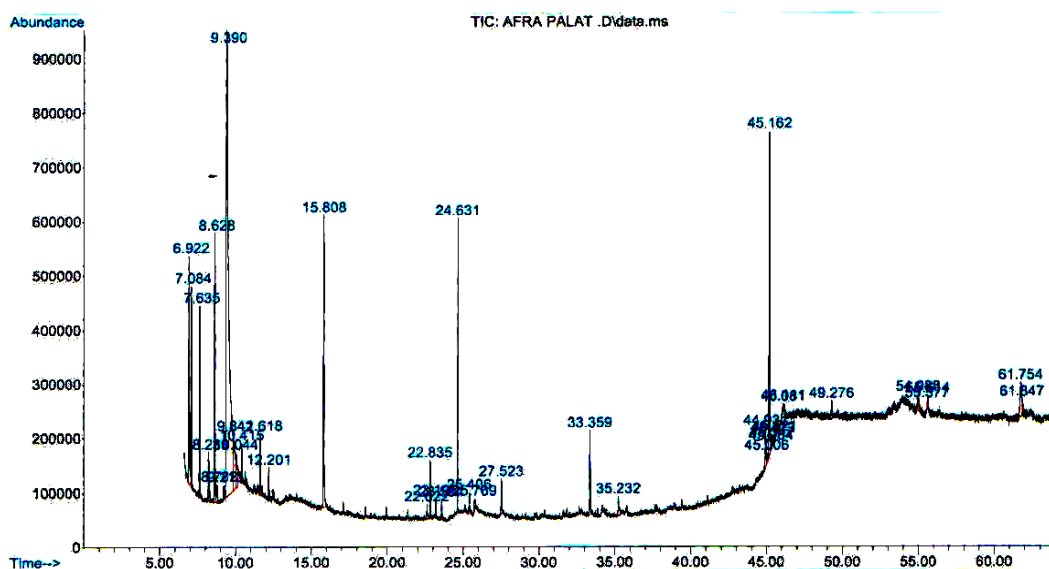


شکل ۱- مقایسه میزان جذب یون های فلزی در چوب افرا پلت و افرا شیردار

هستند (شکل ۲ و جدول ۲).

در چوب افرا شیردار نیز ۲۴ ترکیب شناسایی شد که دی- لیمونن (۰.۳/۸۱٪)، بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات (۳/۳۵٪)، زایلن (۳/۳۴٪)، گاما-ترین (۲/۸۴٪)، α -پینن (۰/۳۲٪) و α -ترین (۰/۳۷٪) به عنوان مهمترین ترکیبات هستند (شکل ۳ و جدول ۳).

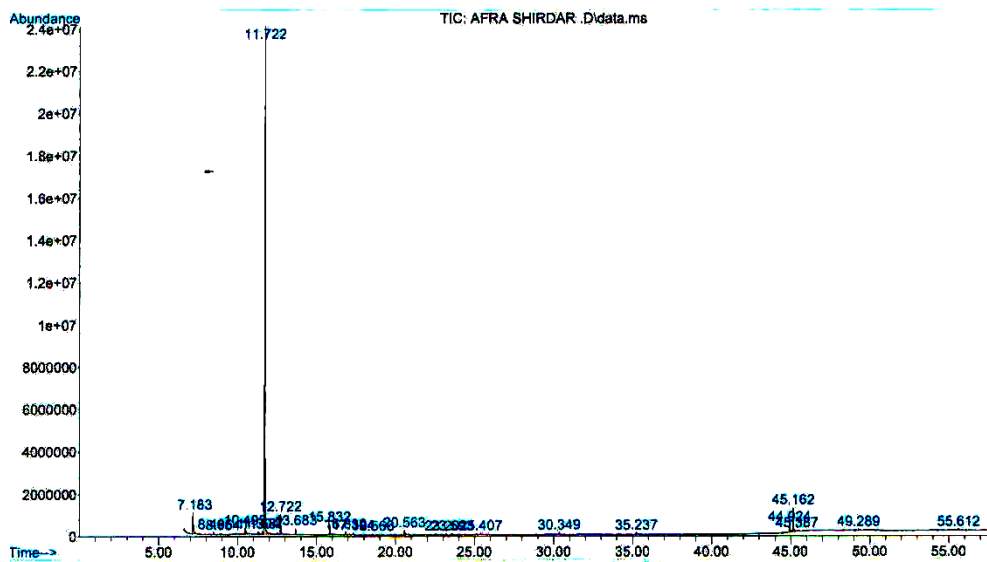
همچنین نتایج مربوط به کروماتوگرام های دستگاه GC/MS نیز نشان داد که در چوب افرا پلت ۳۹ ترکیب وجود دارد، به طوری که بنزآلدئید (۰.۳/۴۸٪)، بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات (۶/۷۵٪)، ۳،۱-دی متیل-بنزن (۵/۵۹٪)، دی-لیمونن (۱/۴۸٪)، ۲،۱-بنزن دی کربوکسیلیک اسید (۱/۹۱٪) و جیرلین A₃ (۱/۹۲٪) از مهمترین ترکیبات



شکل ۲- کروماتوگرام گازی مواد استخراجی چوب افرا پلت (جدول ۲)

جدول ۲- ترکیبات شیمیایی شناسایی شده موجود در مواد استخراجی حاصل از چوب افرا پلت (شکل ۲)

ردیف	نام ترکیبات	زمان بازداری (min)	سطح زیر منحنی (%)
۱	۳،۱-دی متیل- بنزن	۶/۹۲۳	۵/۵۹
۲	تری متیل ساییلی لوکسی سیکلوپنتان	۷/۶۳۵	۳/۸۷
۳	بنزآلدئید	۹/۳۸۸	۴۸/۰۳
۴	دی- لیمونن	۱۱/۶۲۰	۱/۴۸
۵	ایزولانگی فولن	۲۲/۸۳۶	۱/۲۶
۶	بتا- بیس آبولن	۲۵/۴۰۴	۰/۵۷
۷	۲،۱-بنزن دی کربوکسیلیک اسید	۳۳/۳۶۱	۱/۹۱
۸	p- نیترو سینامت متیل	۴۴/۹۳۳	۱/۱۳
۹	بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات	۴۵/۱۵۹	۶/۷۵
۱۰	جیبرلین A ₃	۶۱/۷۵۱	۱/۹۲



شکل ۳- کروماتوگرام گازی مواد استخراجی چوب افرا شیردار (شکل ۳)

جدول ۳- ترکیبات شیمیایی شناسایی شده موجود در مواد استخراجی حاصل از چوب افرا شیردار (شکل ۳)

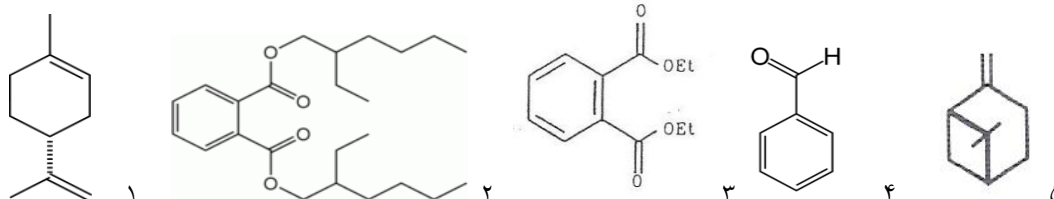
ردیف	نام ترکیبات	زمان بازداری (min)	سطح زیر منحنی (%)
۱	زایلن	۷/۱۸۲	۳/۳۴
۲	α -بینن	۸/۴۶۳	۰/۳۲
۳	α -ترین	۱۱/۳۰۳	۰/۳۷
۴	۲-اتیل-۴،۱-دی متیل-بنزن	۱۱/۵۸۷	۰/۳۶
۵	دی-لیمونن	۱۱/۷۲۳	۸۱/۰۳
۶	گاما-ترین	۱۲/۷۱۹	۲/۸۴
۷	۲-فنیل-N-متیل آنیلین	۲۰/۵۶۶	۱/۱۵
۸	ترنس-کاریوفیلن	۲۳/۱۹۸	۰/۲۰
۹	هگزادکانوئیک اسید	۳۵/۲۳۶	۰/۲۸
۱۰	بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات	۴۵/۱۵۹	۳/۳۵

بحث

این تحقیق با هدف استخراج، شناسایی و مقایسه یون‌های فلزی و ترکیب آلی موجود در مواد استخراجی چوب افرا پلت و افرا شیردار انجام شد. نتایج مربوط به دستگاه جذب اتمی و جذب یون‌های فلزی نشان داد که چوب افرا شیردار نسبت به چوب افرا پلت دارای منگنز، کبالت، آهن، روی و مس بیشتر ولی دارای پتاسیم کمتر می‌باشد. نتایج نشان داد که چوب افرا شیردار دارای میزان جذب یون مس، پتاسیم و آهن بیشتر و کبالت کمتر می‌باشد. در صورتی که چوب افرا پلت دارای میزان جذب یون‌های پتاسیم و آهن بیشتر ولی یون‌های منگنز، کبالت و مس کمتر می‌باشد. همچنین نتایج مربوط به کروماتوگرام‌های دستگاه GC/MS نیز نشان داد که در چوب افرا پلت ۳۹ ترکیب وجود دارد، به طوری که بنزآلدئید، بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات و ۲،۱-بنزن دی کربوکسیلیک اسید از مهمترین ترکیبات هستند. در چوب افرا شیردار ۲۴ ترکیب شناسایی شد که دی-لیمونن بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات و α -بینن به عنوان مهمترین ترکیبات می‌باشند. مقایسه کروماتوگرام‌های نمونه‌های مذکور نیز نشان داد که ۲ ترکیب دی-لیمونن و بیس (۲-اتیل هگزیل) فتالات در چوب افرا

پلت و افرا شیردار به صورت مشترک وجود دارند. علاوه بر آنها ۳،۱-دی متیل-بنزن و جبرلین A₃ در چوب افرا پلت و زایلن، گاما-ترین، ۲-اتیل-۴،۱-دی متیل-بنزن و α -ترین در افرا شیردار را می‌توان به عنوان ترکیبات مهم نام برد. بعضی از این ترکیبات غیرقطبی و عمدتاً شامل ترکیبات آلی اسیدهای چرب و ترکیبات رزینی می‌باشند که در آب نامحلول هستند. این ترکیبات با توجه به نوع مصرف چوب می‌توانند اثرهای منفی یا مثبتی روی کاربردهای صنعتی چوب افرا پلت و افرا شیردار داشته باشند. در این ارتباط بنزآلدئید یک ترکیب شیمیایی است که از حلقه بنزنی (که یک هیدروژن آن با یک آلدئید جایگزین شده است) ساخته شده است. بنزآلدئید ساده‌ترین آلدئید آروماتیک بوده و یکی از پرکاربردترین ماده‌های شیمیایی در صنعت است. بنزآلدئید در دمای اتاق مایعی بی‌رنگ به فرمول C₇H₆O، جرم مولی g/mol ۱۰۶/۱۳، دمای ذوب ۲۶- درجه سانتی‌گراد، دمای جوش ۱۷۸/۱ درجه سانتی‌گراد، با بویی خوش‌آیند مانند بوی بادام‌زمینی می‌باشد. بنزآلدئید مایع با بوی بادام تلخ است و جزء ماده‌های سازنده روغن بادام تلخ است. هرچند که از چشمه‌های نیادی (منبع‌های طبیعی) دیگر نیز به دست می‌آید.

ایزومر D آن بوی قوی‌ای مانند پرتقال دارد. در سنتزهای شیمیایی به‌عنوان یک حلال تجدیدپذیر در شوینده‌ها به‌کار می‌رود. لیمونن از نام لیمو (Lemon) گرفته شده است. پوست لیمو مانند دیگر مرکبات حاوی مقادیر قابل توجهی از این ترکیب است که منجر به بوی آن می‌گردد. لیمونن یک مولکول کایرال است و منبع بیولوژیکی تولید یک انانتیومر است، همچون لیمونن راسمیک به‌عنوان دپنتن (dipentene) شناخته می‌شود. دی لیمونن (D-Limonene) به‌صورت تجاری از طریق دو روش اولیه تقطیر بخار و یا جداسازی گریز از مرکز از مرکبات به‌دست می‌آید. امروز در دنیا تولید لیمونن در حدود بیش از ۶۰۰۰۰ تن در سال می‌باشد. لیمونن راست‌گرد به علت ارزانی در سنتز ترکیبات ناقرینه آلی به‌کار می‌رود. موارد استفاده‌های بیولوژیک این ماده به‌عنوان دارا بودن خاصیت حشره‌کشی، ضدقارچ و باکتریایی مطرح شده است.



شکل ۴- ساختار دی- لیمونن (۱)، بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات (۲)، ۱، ۲- بنزن دی کربوکسیلیک اسید (۴)، بنزآلدئید (۴) و α - پینن (۵) شناسایی شده در چوب افرا پلت و افرا شیردار

برای نمونه زردآلو، گیلاس، برگ بویا و هلو را می‌توان برشمرد.

با توجه به نتایج حاصل از کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنجی جرمی یکی از مهمترین ترکیب‌های شناسایی شده بیس (۲- اتیل هگزیل) فتالات است که در چوب افرا پلت و افرا شیردار به‌صورت مشترک مشاهده گردید. این ترکیب با وزن مولکولی $390/56 \text{ g/mol}$ و نقطه ذوب 50 درجه سانتی‌گراد و دمای جوش 385 درجه سانتی‌گراد با فرمول شیمیایی $C_{24}H_{38}O$ است که در شکل ۵ نشان داده شده است. با توجه به کروماتوگرام‌های گازی، ترکیب مهم دیگر دی- لیمونن، α - پینن و گاما- ترین می‌باشد (شکل ۴).

ترکیب مهم دیگر لیمونن (به انگلیسی Limonene) با فرمول شیمیایی $C_{10}H_{16}$ است که یک ترکیب شیمیایی است و جرم مولی آن $136,24 \text{ g/mol}$ می‌باشد. لیمونن یک مایع بی‌رنگ هیدروکربنی از کلاس سیکلوترین است. معمولاً

منابع مورد استفاده

- Ashrafi, S., 2011. Identification and comparison of chemical components in wood and bark of planted elder pine and plane tree by GC-MS methods, graduated of master science, Islamic Azad University of Chalous Branch, 92-93, (In Persian).
- Barzan A. and Soraki, S., 2002. Procedure of experimental for pulp and paper, Mazandaran Wood and Paper Industries, Sari, Iran, 111-121, (In Persian).
- Balaban, M., 2001. The extractives and its structural in wood and bark of oak. *Holzforschung*, 55(1), 478-486.
- Holmbom, B., 1977. Improve gas chromatographic analysis of fatty and resin acid mixtures with special reference to tall oil. *JAM Oil Chemistry*, 54(1), 284-243.

مهمترین اسیدهای چرب اشباع شده و اشباع نشده شناسایی شده در چوب افرا شیردار را می‌توان هگزا دکانویک اسید و ۲،۱- بنزن دی کربوکسیلیک اسید را در چوب افرا پلت معرفی کرد. نتایج تحقیقات قبلی نشان داد که فراوان‌ترین ترکیب موجود در چوب درون اقاچیا، هگزا دکانویک اسید و تری متیل سایللیل استر به میزان $13/39$ درصد می‌باشد. مهمترین اسیدهای چرب اشباع نشده ۹، ۱۲- اکتا دکا دی- انویک اسید و فراوان‌ترین آلکان‌های شناسایی شده در چوب اقاچیا نیز تترادکان و هگزا دکان گزارش شده است (Vaysi, 2013).

- (TAPPI), 2009. Standard Test Methods, Tappi Press, Atlanta, GA. USA.
- Torkman, J., 1992. Analyzing of bark extractives in five species of Iranian hard woods trees, Thesis of master science, Tarbiat Modares Univ. Tehran, pp:1-2.
 - Tunalier, Z.K., 2003. Wood essential oils of Junipers foetidissima willd, Forshung, 57(1), 140-144.
 - Vaysi, R., 2010. Identification and comparison the extractives chemical components in natural and planted cypress tree by GC-MS methods, Journal of sciences and techniques in natural resources, Chalous, Iran, 4(1), 79-80. (In Persian).
 - Vaysi, R., 2013. Identification and comparison of chemical components in sweet locust and false acacia wood extractions by GC-MS methods, Iranian J. of Wood and Paper Sci. and Technology 28(4), 755-762. (in Persian).
 - Vaysi, R., 2011. Identification of the extractives chemical compounds in newsprints by GC-MS methods, Asian journal of chemistry, 23(11), 5155-5156.
 - Xiao, B., Sun, X.F., and Sun, R.C., 2001. Extraction and characterization of lipophilic extractives from rice straw chemical composition, Journal of wood chemistry and technology, 21(1), 397-411.
 - Hossieni, S.V., 1991. Chromatography methods, Center of edition, Tehran, Pp:29-38, (in Persian)..
 - Hosseini Hashemi, S.K., Parsapajouh, D., Khademi Eslam, H., Mirshokraie, S.A. and Hemmasi, A.H., 2007. Identification of extractives chemical components in Iranian walnut by GC/MS methods, Journal of Agriculture Science, Tehran, Iran, 12(4), 126-132, (In Persian).
 - Khazraie, L., 2006. Separating and Identification of lipophilic compounds in wood and bark extractives in beech by GC-MS methods, Thesis of master science, Payame- noor Univ. Tehran, Pp:1.
 - Mirshokraei, S.A., 2002. Wood chemistry. Aieg edition. Tehran, press. 194 p. (Translated in Persian)
 - Meszaros, E., Jakab, E. and Varhegyi, G., 2006. TG/MS, Py-GC/MS and THM-GC/MS study of the composition and thermal behavior of extractive components of Robinia pseudoacacia, J. Anal. Appl. Pyrolysis 79: 61-70.
 - Parsapajouh, D., 1993. Atlas of Iranian northern woods. Tehran Univ. Press, 48 and 106 p. (In Persian).
 - Rahmani, H. and Abdolkhani, A., 2010. Characterization and removal of resins from mixed tropical hardwoods, Iranian Journal of Wood and Paper Industries, 1(1), 45-46, (In Persian).
 - Technical Association of Pulp and Paper Industry

A study on the possibility of identification and comparison of metallic ions and chemical components in wood of persuan maple and caucasian maple wood by atomic absorption and GC-MS methods

R. Vaysi

- Associate Prof., Islamic Azad University of Chalous, Iran. Email: vaysi_r452@yahoo.com.

Received: March, 2019 Accepted: Sep., 2019

Abstract

The aim of this study was the identification and comparison of chemical compounds in wood of maple tree. For this purpose, the samples were selected randomly from persuan maple and Caucasian maple tree in Nowshahr forest region. Then, flour and ash were provided from heartwood, sapwood of maple tree using TAPPI standards test procedures. First the mineral compounds of ash were dissolved in 65% nitric acid and then the metallic ions were identified by atomic absorption method. The results showed that most of potassium (2 ppm) ion and lowest of MN (0.094 ppm) were present in wood of *Acer insigne*. The ions results showed that MN, CO, FE, ZN, and CU ions in Caucasian maple were more than persuan maple, but K ion was lower. Then the wood flours were extracted by acetone and extractives residue was transferred to glass vial and BSTFA reactive agent was added to it. The samples were injected to the GC/MS device for analysis. Identification of compounds was done by retention time of each compound, calculation of Quats index and Adams table. The result of GC-MS showed that there are 39 compounds in persuan maple, that benzaldehyde, bis (2-ethylhexyl) phthalate, gibberlin A₃ and 1, 2-benzenedicarboxylic acid were important components. 24 components identified in *Acer leatum* that di-limonene, bis (2-ethylhexyl) phthalate, alpha-terpen and alpha-pinene as important components. Comparison of chromatograms showed that di-limonene and bis (2-ethylhexyl) phthalate exist as 2 common components in both persuan maple and Caucasian maple woods. These compounds are important in durability and utilization of these woods.

Keywords: Persuan maple tree, caucasian maple tree, atomic absorption, metallic ions, mass spectrometry, gas chromatography, organic compounds.